

ИЗ ИСТОРИИ ПАРАЗИТОЛОГИИ

УДК 576.895.1

ГЕЛЬМИНТОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ М. М. ЗАВАДОВСКОГО

А. П. Ошмарин

Институт истории естествознания и техники АН СССР, Москва

Эмбриолог и генетик М. М. Завадовский (1891—1957) является одним из основателей экспериментальной гельминтологии в СССР. Применяя оригинальные методики, он изучил строение оболочек яиц некоторых паразитических нематод, доказал необходимость доступа свободного кислорода для развития их яиц, исследовал роль отдельных факторов внешней среды в онтогенезе нематод. На этой основе Завадовский разработал рекомендации по профилактике нематодозов сельскохозяйственных животных, которые были использованы в практике животноводства нашей страны. Его работы не утратили своего значения и в настоящее время.

Период 20—30-х годов нынешнего столетия в развитии отечественной гельминтологии характеризуется широким развертыванием исследований гельминтофауны Советского Союза, проводимых под руководством К. И. Скрябина и разработкой на основе их рекомендаций по профилактике важнейших гельминтозов человека и животных.

В этот же период получает развитие новое экспериментальное направление в гельминтологии, основоположником которого в нашей стране можно по праву считать М. М. Завадовского.

Еще будучи студентом Московского университета М. М. Завадовский увлекся экспериментальной зоологией — направлением, которое в то время в России развивал Н. К. Кольцов. В его лаборатории в Московском городском народном университете им. Шанявского Завадовский начал свою научную работу.

Его первые исследования были посвящены проблемам размножения и индивидуального развития животных. Данное направление было основным в работе Михаила Михайловича и развивалось им в течение всей его научной деятельности. В этой области М. М. Завадовским был сделан ряд крупных открытий, за разработку метода искусственного повышения плодovitости овец он был удостоен Государственной премии СССР.

Исследования особенностей индивидуального развития паразитических нематод были им начаты еще в 1915 г., когда вышла в свет его первая крупная работа «О липоидной полупроницаемой оболочке яиц *Ascaris megalocephala*». Цель работы и выбор объекта были не случайными: М. М. Завадовского интересовало, как идет эмбриогенез в яйце аскариды, защищенном в отличие от подавляющего большинства яиц других животных толстой, непроницаемой для большинства веществ оболочкой. Он исследовал ее и нашел, что она состоит из 5 слоев, 4 из которых пропускают воду, соли, кислоты и другие вещества, а 5-й является полупроницаемым и не пропускает через себя ничего, кроме кислорода и воды. Завадовский назвал ее липоидной по свойству растворяться в спиртах и других растворителях жиров. В наблюдениях за развитием яиц аскариды в загнившей бескислородной среде им было установлено, что при недостатке кислорода эмбриогенез приостанавливается. Кроме того, М. М. Завадовский изучил влияние температуры на развитие яиц и на-

шел, что оно подчиняется правилу Вант-Гоффа (при повышении температуры на 10° развитие ускоряется в 2—3 раза).

Несколько позже М. М. Завадовским (1916) были получены дополнительные доказательства того, что яйца *A. megaloccephala*¹ для своего развития нуждаются в свободном кислороде воздуха.

В начале 20-х годов М. М. Завадовский возглавляет Лабораторию Московского зоологического сада, впоследствии — в 1923 г. — переименованную в Лабораторию экспериментальной биологии Московского зоопарка, где разворачивает большую экспериментальную работу.

Руководимый им коллектив разрабатывает наряду с проблемами динамики развития организма (термин М. М. Завадовского) вопросы, связанные с условиями онтогенеза паразитических нематод и профилактикой вызываемых ими заболеваний.

В 1928 г. М. М. Завадовский показал, что скорлупа яиц паразитических нематод, наиболее часто встречающихся у человека и домашних животных, построена по единому плану, что позволило ему распространить на нематод родов *Ascaris*, *Toxascaris*, *Belascaris*, *Trichinella*, *Oxyuris*, отдельные виды сем. *Trichostrongylidae* положение о том, что яйца нематод нуждаются для развития в свободном кислороде. Это положение было доказано им в ряде успешных экспериментов с применением оригинальных методик.

На основании результатов проведенных опытов М. М. Завадовский и Л. Г. Шалимов (1929в) выделили среди круглых червей 3 группы в зависимости от потребности развивающихся яиц в кислороде воздуха. Яйца червей 1-й группы (роды *Ascaris*, *Belascaris*, *Toxascaris* и др.) нуждаются в кислороде воздуха в течение всего эмбрионального периода. Выделенные в кишечник хозяина (где свободный кислород отсутствует) такие яйца не дробятся, а начинают развитие только в открытой внешней среде. Яйца других нематод (*Trichinella*) на протяжении всего эмбрионального периода не нуждаются в кислороде воздуха. Яйца червей 3-й группы (*Oxyuris*, *Trichostrongylus* и др.) на первых этапах развития не нуждаются в кислороде воздуха, однако не могут завершить его без пребывания в открытой внешней среде. Авторы объясняют факты развития яиц червей 2-й и 3-й групп в отсутствие кислорода воздуха следующим образом: «Способность яиц *Oxyuris*, *Trichostrongylidae* и др. проходить первые этапы развития в кишечнике хозяина объясняется, очевидно, тем что необходим для развития кислород добывается червем из тканей хозяина (разрядка М. М. Завадовского и Л. Г. Шалимова). Черви этой группы сосут кровь хозяина. Нематоды 2-й группы (*Trichinella* и др.) способны развиваться в кишечнике хозяина до половозрелого состояния не потому, что яйца их не нуждаются в кислороде, а потому что эти черви в период развития яиц живут в стенках кишечника или откладывают свои яйца в стенки кишечника, где кислород есть» (с. 38). Позже, в 1934 г. в работе, выполненной под руководством М. М. Завадовского, М. Геллер показал, что трихинеллы, развивающиеся путем эндоцикла (т. е. без связи с открытой внешней средой), нуждаются для своего развития в кислороде, который они получают из стенки кишечника хозяина.

На основании того, что для эмбрионального развития круглых червей необходим свободный кислород, М. М. Завадовским и его сотрудниками (1927, 1929в) еще раньше, чем были получены данные по трихинелле, был сделан вывод о невозможности аутоинвазии (самозаражения, т. е. заражения без пребывания инвазионных элементов гельминтов в открытой внешней среде) при аскаридозе, оксиурозе и некоторых других нематодозах. Этот вывод имел большое значение, поскольку он определял основное направление борьбы с этими заболеваниями — профилактику. Срок жизни большинства нематод в организме дефинитивного хозяина невелик (обычно до нескольких месяцев), поэтому если профилактические

¹ Здесь и далее названия систематических единиц приводятся по первоисточникам.

мероприятия будут достаточно эффективными, то очаг заболевания должен неизбежно угаснуть, так как заразиться нематодами животные не могут иначе, как через внешнюю среду.

Таким образом, сферой приложения на практике результатов изучения экологии личиночных стадий нематод (М. М. Завадовский нигде не употребляет терминов «экология» и «эпизоотология», хотя его работы, без сомнения, относятся к области экологии гельминтов и эпизоотологии гельминтозов) стала разработка вопросов эпизоотологии нематодозов и практических рекомендаций по борьбе с ними. Тот факт, что многие копытные зоопарка были сильно заражены трихостронгилидами и стронгилидами, способствовал успешной работе Завадовского и его сотрудников, так как это позволяло постоянно иметь под рукой материал для исследования, а также проверять на практике методы профилактики гельминтозов в ходе их разработки.

Ученого интересовали главным образом те стороны онтогенеза гельминтов, которые были связаны с условиями развития их личиночных стадий во внешней среде, влиянием различных абиотических (температура, свет, влажность) и биотических (птицы) факторов на выживаемость и инвазионную способность этих стадий.

М. М. Завадовским и его сотрудниками (1929а, 1929б, 1931) было выяснено, что нижний температурный предел развития личинок изученных видов составляет 3—7° С, верхний 40—50, оптимум 28—29°. Яйца нематод в первые 1—2 дня очень чувствительны к высыханию, однако после «созревания» внутренней липоидной оболочки стойкость их к физическим и химическим воздействиям чрезвычайно возрастает. Явление «созревания» оболочки яиц было показано М. М. Завадовским как для яиц трихостронгилид, так и для яиц аскарид. Устойчивость личинок трихостронгилид к неблагоприятным температурным воздействиям и условиям влажности значительно увеличивается с возрастом. Замораживание гораздо легче переносят личинки сухие, нежели влажные.

Работы М. М. Завадовского и его сотрудников позволили устранить разногласия среди ученых, одна часть которых указывала на слабую сопротивляемость личинок нематод внешним воздействиям, а другая, наоборот, — на их чрезвычайную стойкость. Комплексный и всесторонний подход Завадовского позволил ему избежать ошибок при выяснении этих вопросов.

В Лаборатории экспериментальной биологии И. И. Малевичем (1931) была доказана способность личинок трихостронгилид к вертикальной миграции по растениям; эта миграция совершается только при наличии тонкой пленки воды на предмете, по которому ползет личинка.

Ученик Завадовского С. Н. Звягинцев (1935) исследовал влияние микроклиматических условий на выживаемость и распределение личинок трихостронгилид непосредственно в овцеводческих хозяйствах. Было выяснено, что летом на голой земле под палящими лучами солнца, где температура значительно превышает критическую для развития личинок (40—50°) и велика солнечная радиация, большая часть их гибнет, в то время как на пастбище под растительным покровом много личинок сохраняют жизнеспособность и инвазионность.

Интересуясь влиянием биотических факторов на распространение трихостронгилид, М. М. Завадовский и М. И. Петрова (1931) исследовали изменения, происходящие с незрелыми яйцами этих нематод при прохождении их через пищеварительный тракт птиц (голубей, воробьев, кур), расклеивающих навоз инвазированных животных. Было установлено, что, хотя яйца нематод проходят по пищеварительному тракту птиц довольно быстро (за 2—4 ч), этого времени обычно бывает достаточно для того, чтобы большинство вышедших из них личинок утратили инвазионную способность. Многие яйца при этом вообще теряют способность к дальнейшему развитию.

Выяснив нижний и верхний температурный пределы развития яиц трихостронгилид, М. М. Завадовский и Е. И. Воробьева (1933, 1934а)

сделали вывод, что в условиях дождливой осени и морозной зимы Средней России почва весной практически на 100% освобождается от личиночных стадий этих нематод и опасности в эпизоотологическом плане не представляет, что и было подтверждено в эксперименте. Верхний температурный предел в $+50^{\circ}$, при котором происходит 100%-ная гибель яиц и личинок нематод, позволил М. М. Завадовскому (1929) и Завадовскому с сотрудниками (1929б) рекомендовать как профилактическое мероприятие в животноводческих хозяйствах обработку помещений горячим воздухом и сжигание навоза инвазированных животных. Очень важно, чтобы корм и вода задавались животным не с земли, где могут находиться личинки, а из расположенных достаточно высоко кормушек и поилок.

В лаборатории М. М. Завадовского впервые был поставлен вопрос об использовании ультрафиолетовых лучей кварцевой лампы как профилактического средства в борьбе с нематодозами. Исследованиями М. М. Завадовского и Е. И. Воробьевой (1934б), Л. Г. Шалимова (1935) были определены оптимальные дозы УФ-лучей для полного уничтожения яиц аскарид, остриц, стронгилид.

Исходя из данных, полученных в экспериментах по развитию, миграциям и устойчивости личиночных стадий трихостронгилид, М. М. Завадовский в 1935 г. предложил метод смены пастбищ в овцеводстве для профилактики заболеваний, вызываемых этими гельминтами. Метод был тщательно разработан и глубоко научно обоснован, учитывал практически все важнейшие факторы развития яиц нематод, однако графики смены пастбищ, основанные на нем, отличались громоздкостью и сложностью расчетов, что мешало в то время их широкому внедрению.

Несколько ранее, в 1930—1933 гг., метод смены пастбищ был разработан во Всесоюзном институте гельминтологии И. В. Орловым. Этот метод, возможно, и не отличался столь глубоким научным обоснованием, как метод Завадовского, однако имел перед ним преимущество в простоте, так как являл собой пример разумного компромисса между требованиями науки и трудностями использования в условиях практического животноводства.¹

В мае—июне 1932 г. комиссией под председательством М. М. Завадовского в составе К. И. Скрябина, Р. С. Шульца, И. В. Орлова и других ведущих гельминтологов по поручению ВАСХНИЛ была разработана инструкция по борьбе с аскаридозом свиней, во 2-й и 3-й главах которой были отражены практические рекомендации М. М. Завадовского, сделанные им на основании своих работ по эпизоотологии и профилактике аскаридоза.

Оценивая деятельность Михаила Михайловича Завадовского, видного советского эмбриолога и генетика, академика ВАСХНИЛ в области гельминтологии, необходимо указать на следующее.

Все работы этого ученого по изучению особенностей онтогенеза паразитических круглых червей носят ярко выраженную экологическую направленность. Начав с изучения строения оболочки яйца лошадиной аскариды, М. М. Завадовский не ограничивается изучением ее структуры, а рассматривает эту структуру в неразрывной связи с функциями, которые ею выполняются. Это позволило ему решить важнейший вопрос о роли свободного кислорода в онтогенезе нематод. Логическим его развитием явился вывод о невозможности аутоинвазии при нематодозах, который лег в основу разработки методов борьбы с этими заболеваниями.

М. М. Завадовский внес новое и в методику гельминтологических исследований. Впервые под его руководством и при непосредственном участии было исследовано действие коротковолновых излучений на яйца нематод. Методы, которые применял Завадовский для расслоения

¹ Протозойные и глистные болезни крупного рогатого скота и овец. Работа VIII Пленума ветеринарной секции ВАСХНИЛ в Ереване. Москва, Сельхозгиз, 1939, с. 70—96.

оболочек яиц гельминтов, впоследствии получили широкое распространение.

Следует особо отметить, что М. М. Завадовский был одним из первых отечественных исследователей, который широко применил в гельминтологии экспериментальный метод. Это придает особую ценность его работам в этой области науки.

Михаила Михайловича отличала большая тщательность и добросовестность в работе. В ней не было места предположениям, не опирающимся на конкретные факты, все идеи носили строго научный характер, каждый факт многократно проверялся. Изучая какое-либо явление, ученый анализировал все возможные причины его возникновения и предполагаемые следствия, связи и взаимодействия с другими явлениями.

Все исследования М. М. Завадовского в области гельминтологии заслуживают самой высокой оценки. Они на долгое время сохранили свою научную ценность.

Л и т е р а т у р а

- Завадовский М. М. 1915. О липоидной полупроницаемой оболочке яиц *Ascaris megaloscephala*. — Тр. Москов. город. народного ун-та им. Шанявского; Тр. Биологич. лаборатории, 1 (1) : 5—123.
- Завадовский М. М. 1916. Значение кислорода в процессе дробления яиц *Ascaris megaloscephala*. — Изв. Имп. Академии наук.
- Завадовский М. М. 1928. Природа скорлупы яиц аскарид различных видов. — Тр. Лабор. exper. биол. Москов. зоопарка, 4 : 201—205.
- Завадовский М. М. 1929. Предварительные советы животноводу, как предохранить животное от заражения круглыми червями из группы трихостронгилид. — Тр. Лабор. exper. биол. Москов. зоопарка, 5 : 303—310.
- Завадовский М. М., Воробьева Е. И. 1931. Действие низких и высоких температур на сухих и влажных личинок и на яйца трихостронгилид. — Тр. по динамике развития, 6 : 149—160.
- Завадовский М. М., Воробьева Е. И. 1933. Устойчивость личинок *Strongylus equinus* к высушиванию и замораживанию. — Тр. по динамике развития, 7 : 141—157.
- Завадовский М. М., Воробьева Е. И. 1934а. Освобождается ли почва после зимних морозов от личинок *Trichostrongylidae*? — Тр. по динамике развития, 8 : 203—207.
- Завадовский М. М., Воробьева Е. 1934б. Ультрафиолетовый свет кварцевой лампы в деле борьбы с аскаридозом. — Пробл. животноводства, 3 : 132—135.
- Завадовский М. М., Воробьева Е. И., Петрова М. И. 1929а. Устойчивость личинок *Trichostrongylidae* против высыхания и химических реагентов. — Тр. Лабор. exper. биол. Москов. зоопарка, 5 : 235—250.
- Завадовский М. М., Иванова С., Воробьева Е., Стрелкова О. 1929б. Биология *Trichostrongylidae*, паразитирующих у копытных животных. — Тр. Лабор. exper. биол. Москов. зоопарка, 5 : 44—71.
- Завадовский М. М., Орлов А. П. 1927. Возможна ли аутоинвазия при аскаридозе? — Тр. Лабор. exper. биол. Москов. зоопарка, 3 : 5—38.
- Завадовский М. М., Петрова М. И. 1931б. Способствуют ли птицы (голуби, воробьи, куры) распространению трихостронгилид? — Тр. по динамике развития, 6 : 169—175.
- Завадовский М. М., Шалимов Л. Г. 1929в. Возможна ли аутоинвазия при оксипуриозе? — Тр. Лабор. exper. биол. Москов. зоопарка, 5 : 9—39.
- Звягинцев С. Н. 1935. Исследования по биологии яиц и распространению личинок *Trichostrongylidae* в условиях овцеводческого хозяйства. — Тр. по динамике развития, 9 : 341—353.
- Малевич И. И. 1931. К вопросу о зараженности копытных личинками *Trichostrongylidae* через траву. — Тр. по динамике развития, 6 : 293—310.
- Проект инструкции по борьбе с аскаридозом свиней. Разработан по поручению ВАСХНИЛ комиссией под руководством М. М. Завадовского. 1935. — Тр. по динамике развития, 9 : 383—401.
- Шалимов Л. Г. 1935. Влияние ультрафиолетового света на развитие яиц паразитических червей: *Parascaris equorum* (syn. *Ascaris megaloscephala*), *Enterobius vermicularis*, *Strongylus equinus*. — Тр. по динамике развития, 10 : 447—461.

HELMINTHOLOGICAL INVESTIGATIONS OF M. M. ZAVADOVSKY

A. P. Oshmarin

S U M M A R Y

M. M. Zavodovsky (1891—1957) embriologist and geneticist is one of the founders of the experimental helminthology in the USSR. Using original methods he in twenties—thirties studied the structure of the egg membranes in some parasitic nematodes, proved the necessity of the access of free oxygen for the development of their eggs, studied the role of some environmental factors in the ontogenesis of nematodes. On this basis Zavodovsky worked out certain recommendations for the prophylaxis of nematodoses of agricultural animals. His works have not lost their significance up to now.
